

2025
CURSO DE
ESTADÍSTICA
ENZOEM

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN COMPETITIVA DE ZOONOSIS Y ENFERMEDADES EMERGENTES



CAMPUS DE
RABANALES

6, 8
MAYO

11, 13, 16
JUNIO

2, 4
SEPTIEMBRE

WWW.CURSOENZOEM.ESMEETINGEVENTOS.ES

Javier Fernández-López
José Antonio Blanco-Aguilar
IREC (CSIC, UCLM, JCCM)

Comisión de Formación y Comisión Científica
Unidad de Investigación Competitiva ENZOEM
Universidad de Córdoba



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA

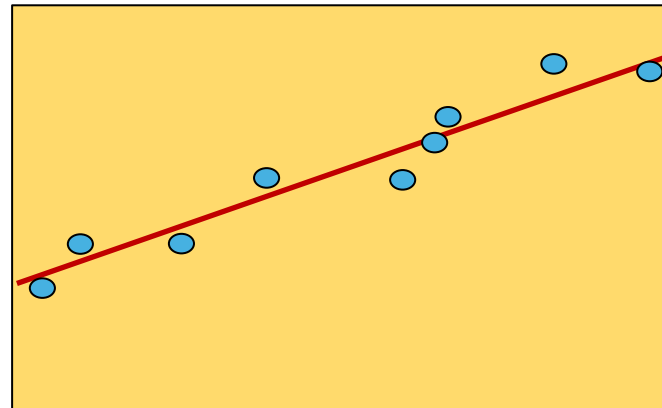
To call in the statistician after the experiment is done may be no more than asking him to perform a post-mortem examination: he may be able to say what the experiment died of.

Sir Ronald Aylmer Fisher

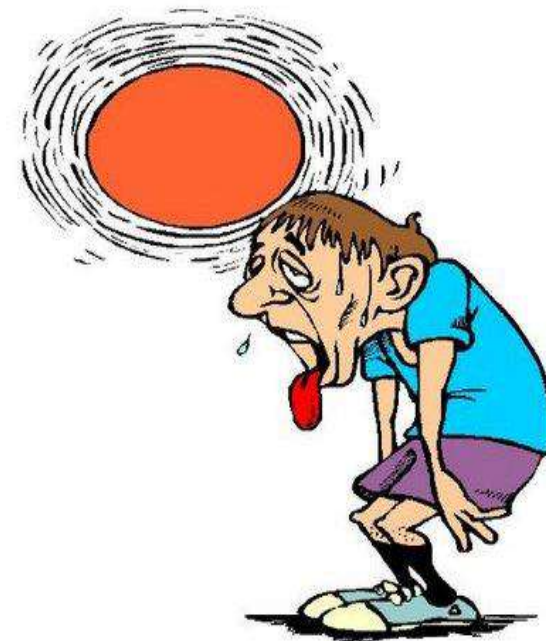




Mortalidad
ahogamiento

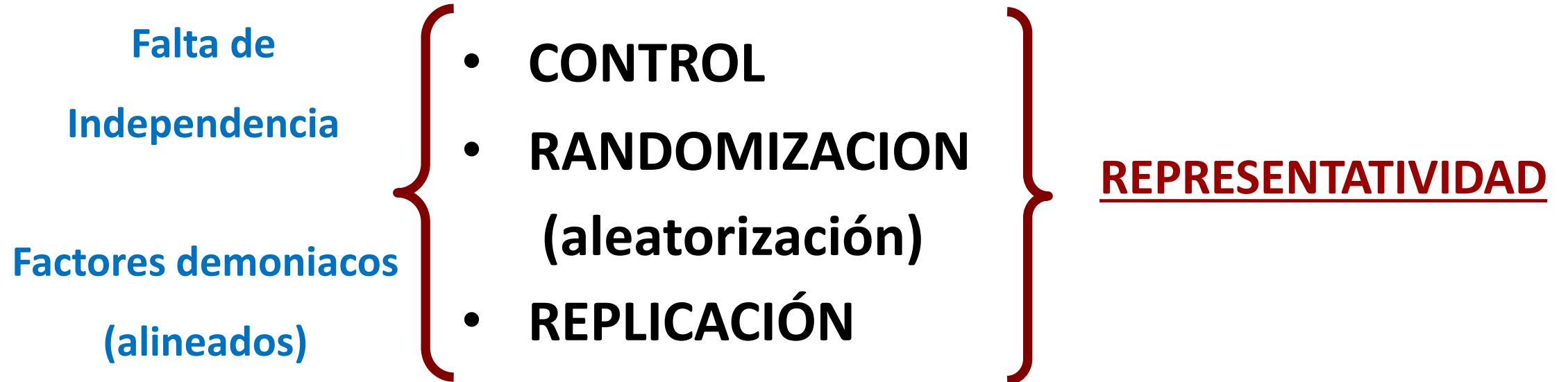


Consumo de helados



DISEÑO DE EXPERIMENTOS

TRES PIEDRAS ANGULARES



CONTROLES CIEGOS (BLINDING)

Animales recodificados, quien recolecta la información no conoce a que grupo experimental pertenece. **Evitar subjetividades del recolector.**

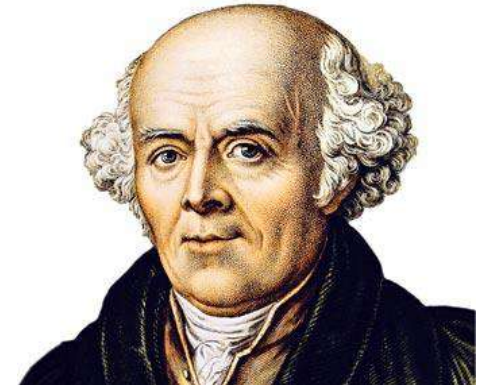
En caso de humanos “la cobaya” tampoco conoce que tratamiento está recibiendo, para controlar efecto placebo.

En algunos casos hasta después de haber analizado los datos no se revela cual es el control y cual el tratado. Evitar subjetividades del investigador.



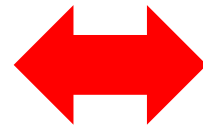
HOMEOPATÍA????

La Homeopatía es un “método terapéutico” que consiste en dar al enfermo, como “medicamento”, y a dosis muy bajas, la sustancia que provocaría los mismos “síntomas” (o una enfermedad semejante) en un sujeto sano a dosis altas”.

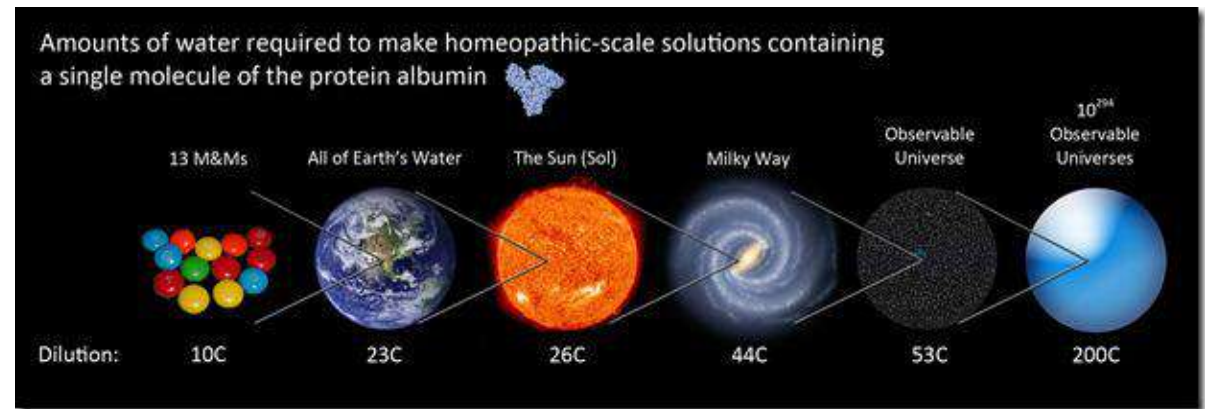
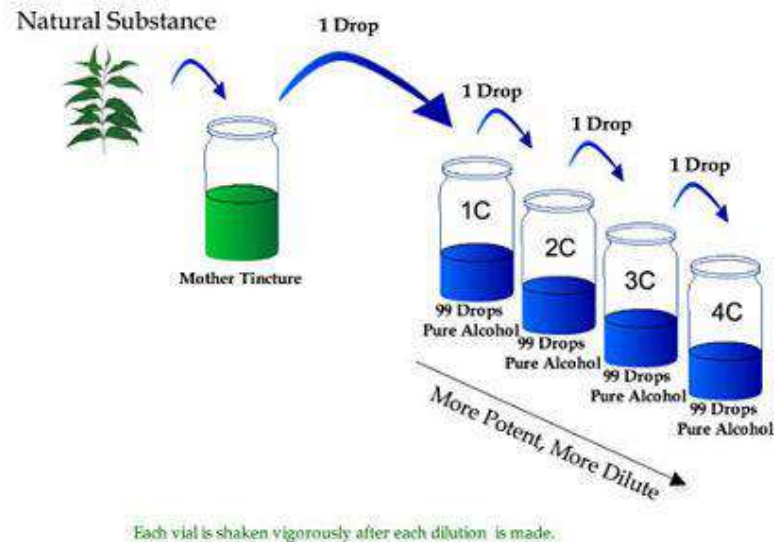


Samuel Hahnemann

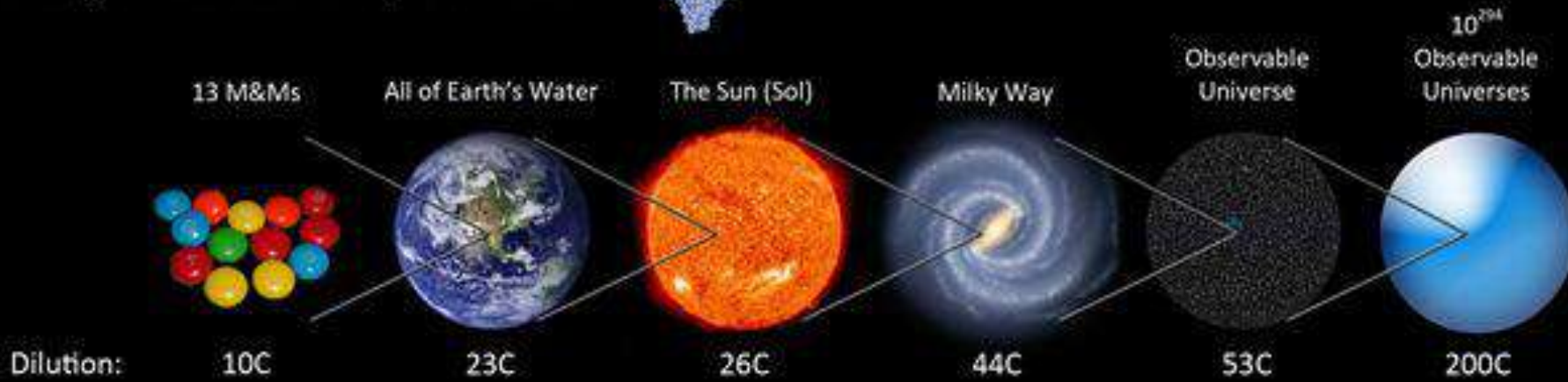
Corteza de Quina



La homeopatía realiza un proceso conocido por sus practicantes como "*dinamización*" o "*potenciación*" donde una sustancia es **diluida en alcohol o agua destilada** y luego es agitada vigorosamente en un proceso llamado "*sucusión*". Los sólidos insolubles, como el cuarzo y las conchas de ostra, son diluidas por trituración en **lactosa**.



Amounts of water required to make homeopathic-scale solutions containing a single molecule of the protein albumin

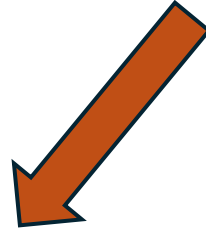
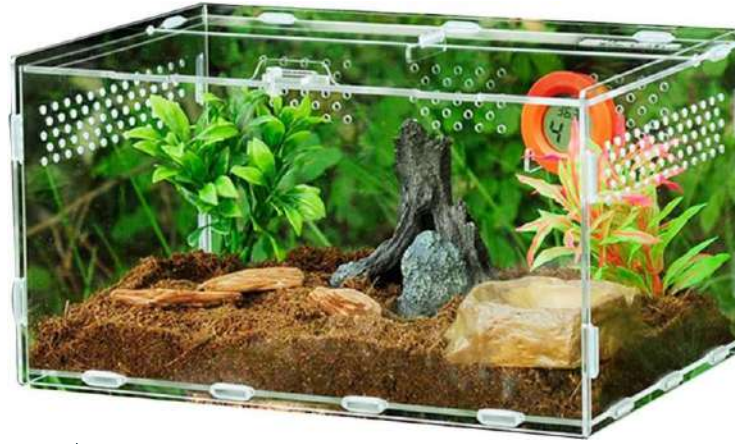




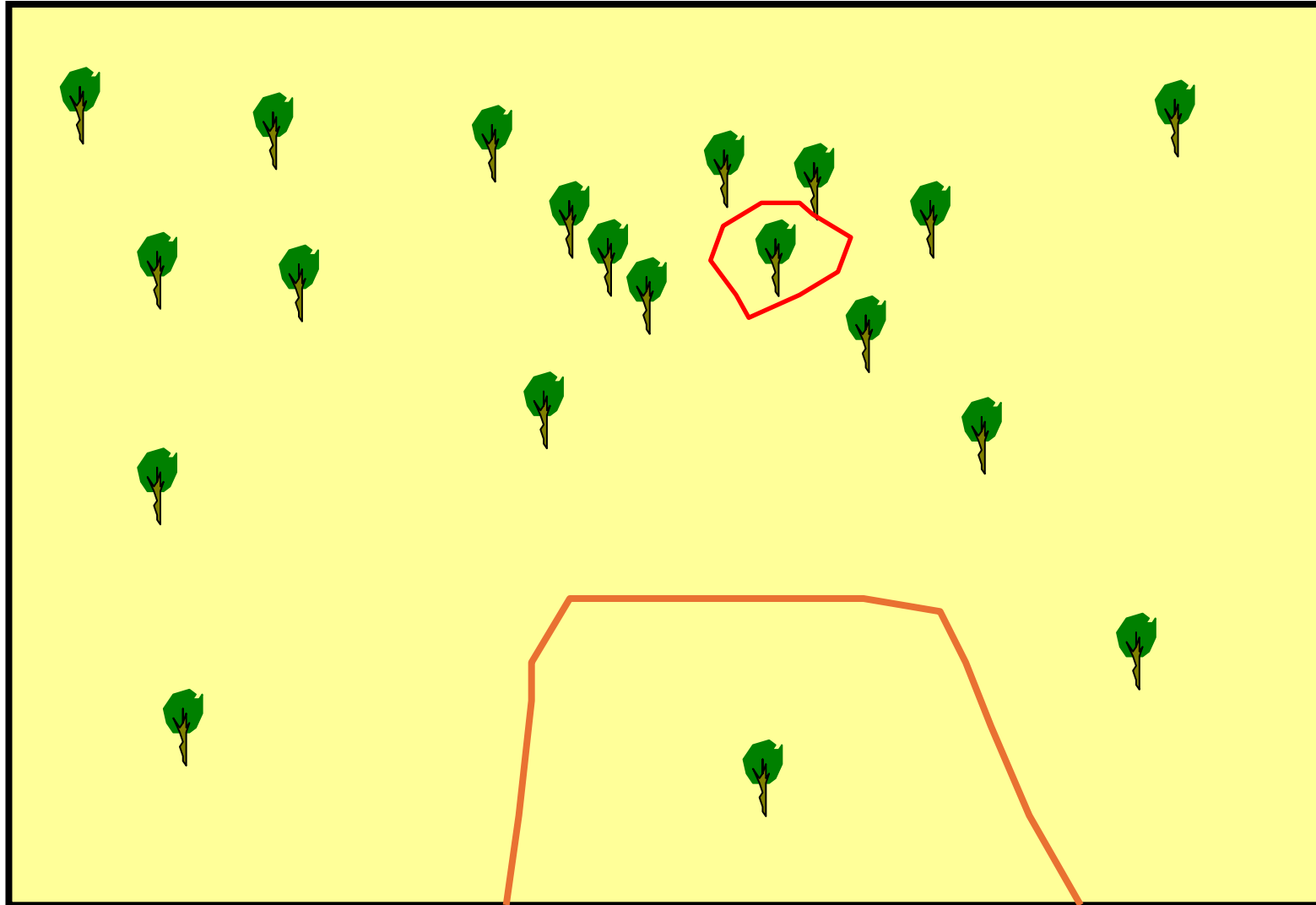
DISEÑO DE EXPERIMENTOS

TRES PIEDRAS ANGULARES





¿Como se seleccionan muestras aleatorias?



ALEATORIZACIÓN: Ocurre a dos niveles.

Nivel del experimento: Las unidades a tratar deben ser elegidas al azar.

Nivel de las muestras seleccionadas. Los objetos a estudiar (individuos de la población deben ser seleccionados al azar).

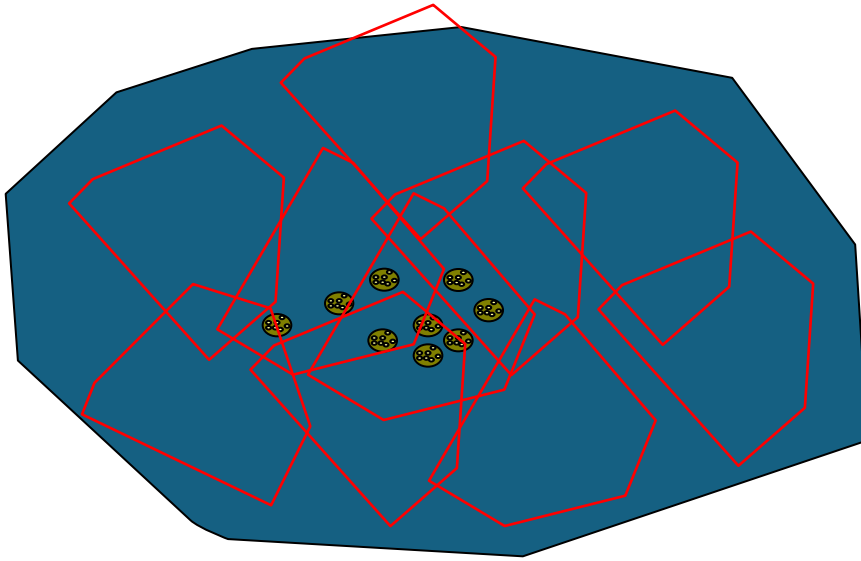
Nota: El muestreo aleatorio de una población no nos asegura que nuestras muestras sean representativas del total de la población, a no ser que el tamaño muestral sea muy grande.

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

TRES PIEDRAS ANGULARES

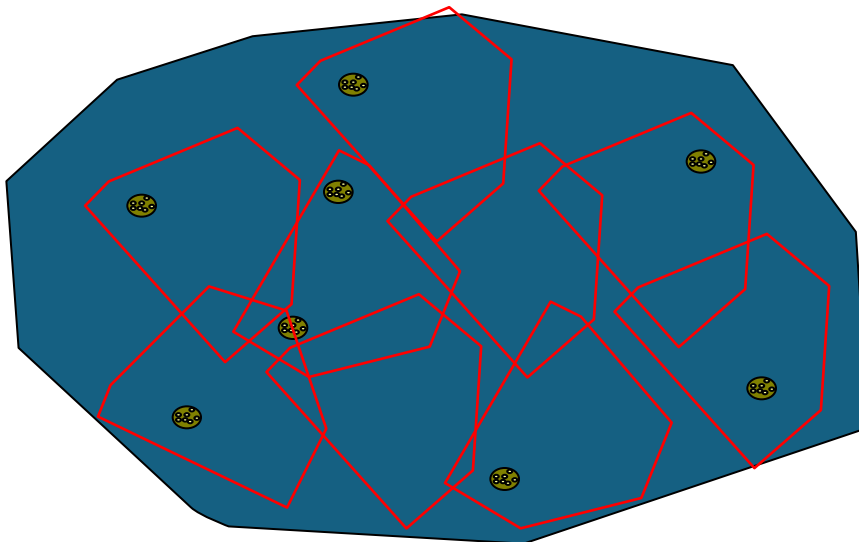


EXPERIMENTO CALCULO TASA DE PREDACION EN BOSQUE ISLA (TP)

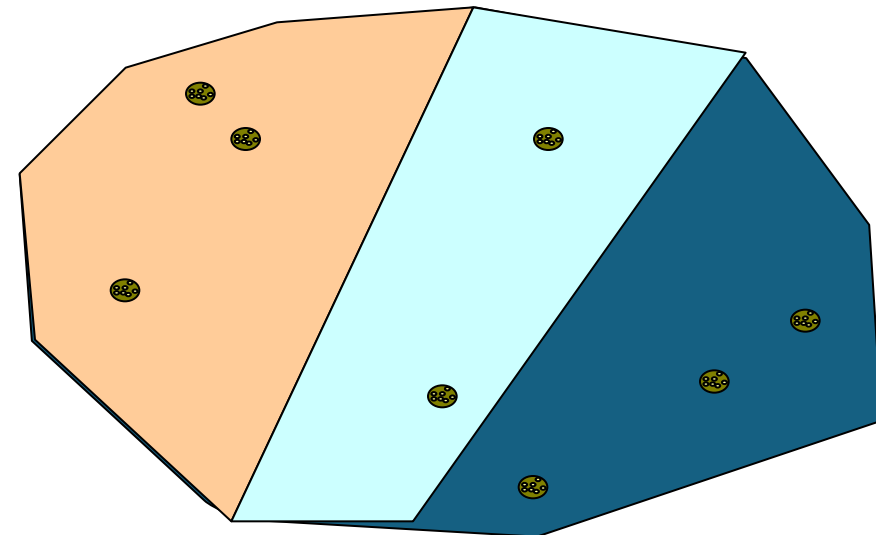


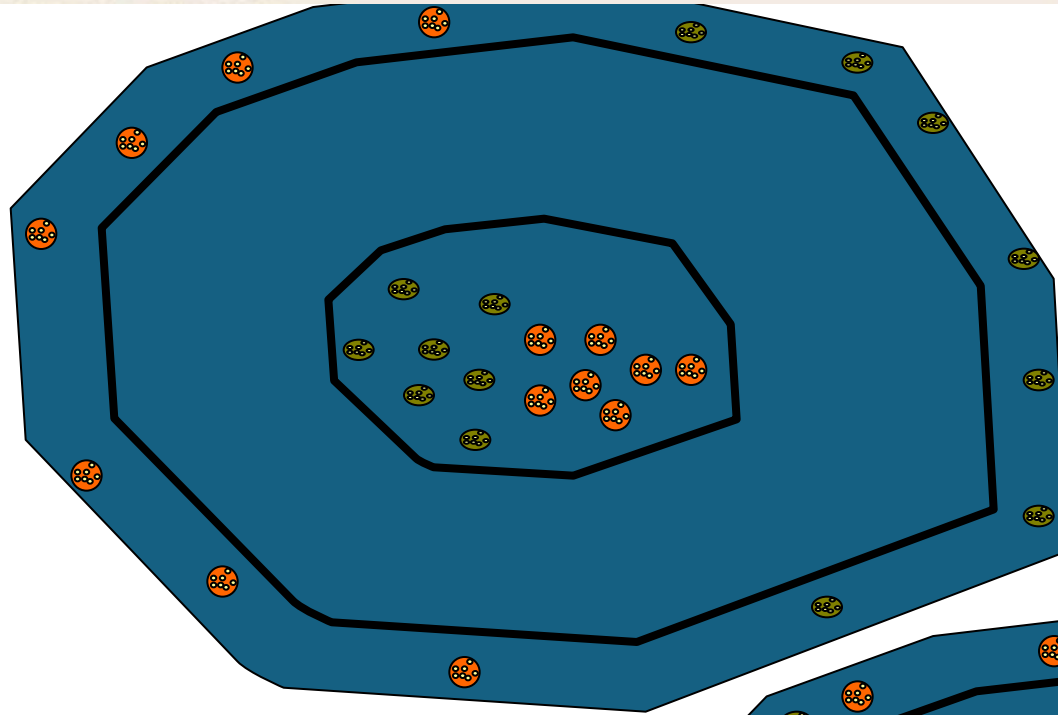
No da información de cómo varía espacialmente la TP

ALEATORIZAR

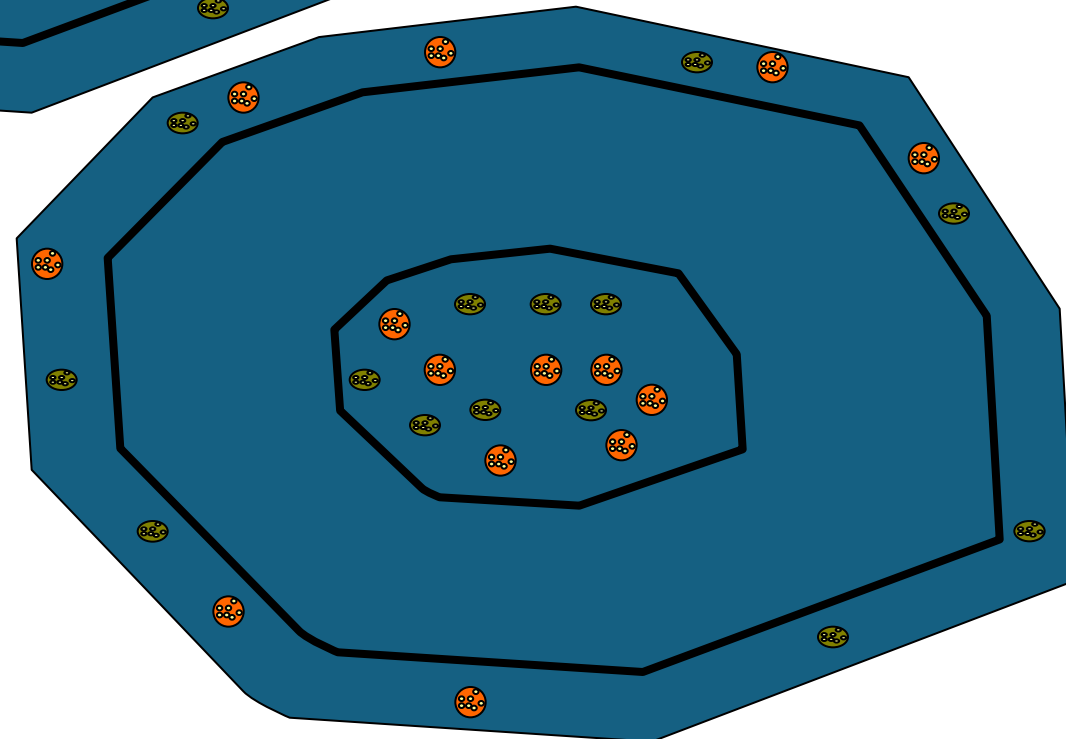


ESTRATIFICAR





ARBUSTO vs ARBOL
CENTRO vs PERIFERIA



Entremezclar réplicas o
diseño bloques
aleatorios

PSEUDORREPLICACIÓN

Pseudorreplicación simple: Medidas múltiples sobre un mismo individuo (unidad) y se consideran dependientes.

Recolectamos semillas de girasol de una planta, queremos ver si la fertilización tiene algún efecto sobre el desarrollo de esta especie

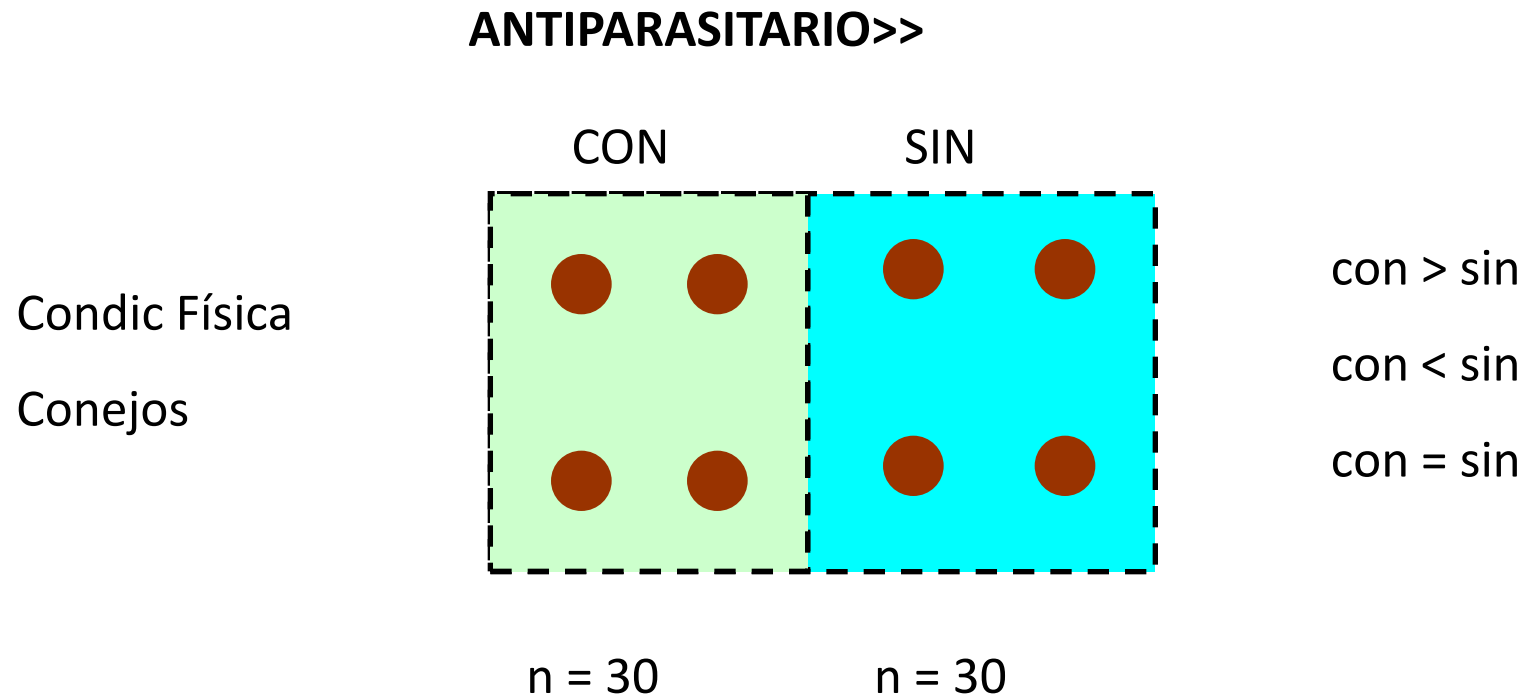
Baja concentración 50 semillas

Alta concentración 50 semillas

B < A B > A B = A

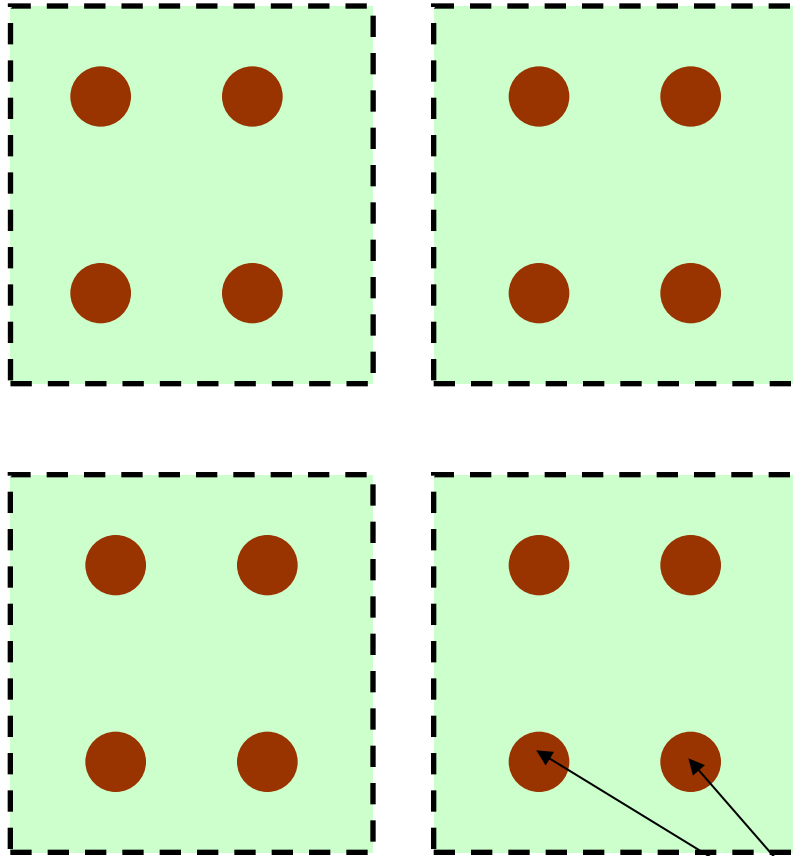


Influencia de incorporación de antiparasitarios (en agua) sobre la condición física de los conejos

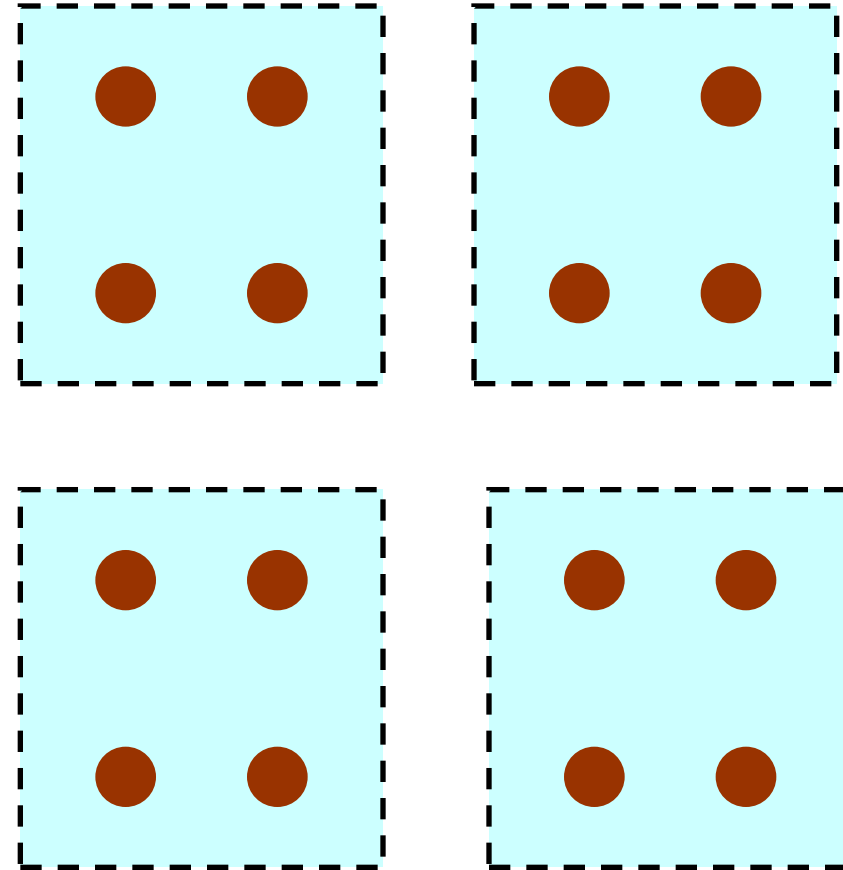


REPLICAS ESPACIALES

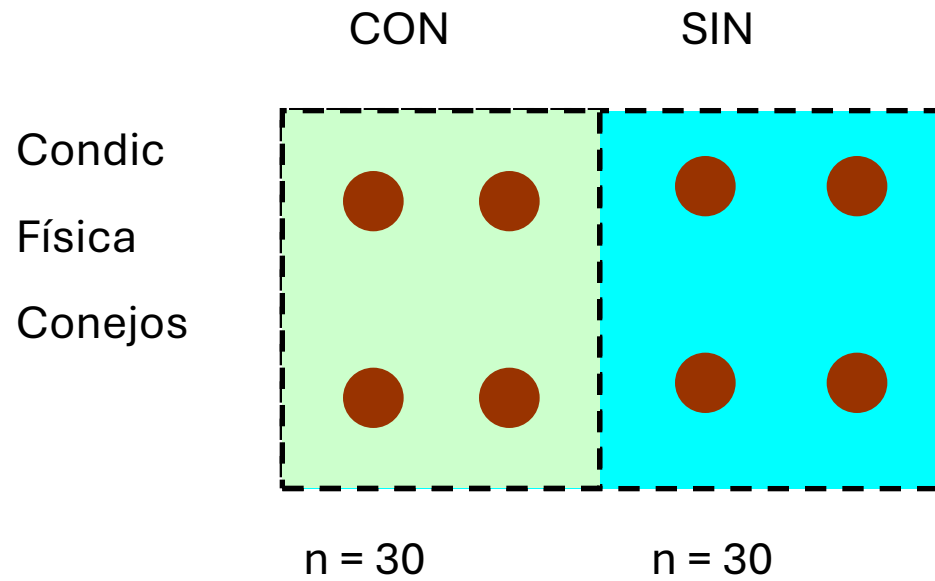
CON



SIN

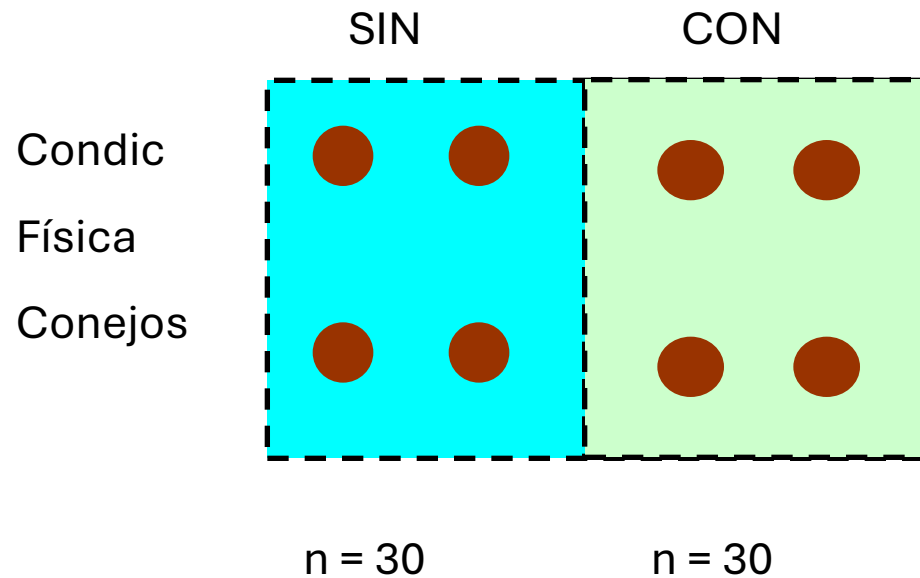


Pseudoréplicas



Año 1

REPLICAS TEMPORALES



Año 2

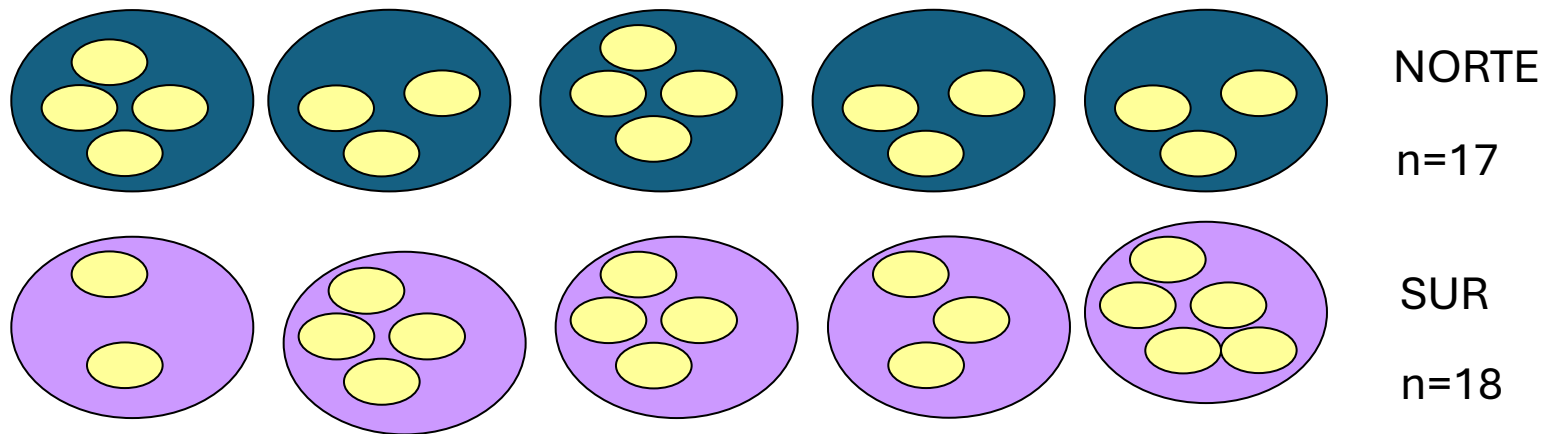
Pseudorreplicación sacrificada

Agrupar y testar muestras de verdaderas réplicas, considerando como independientes todas las observaciones.

Ejm1. Búsqueda de nidos al azar y nidos individuos radio-marcados, si no encuentro diferencias entre estas dos categorías lo agrupo.

Ejm2. Comparo parásitos juveniles y adultos, si semejantes los agrupo para caracterizar población. E.g. riqueza spp población

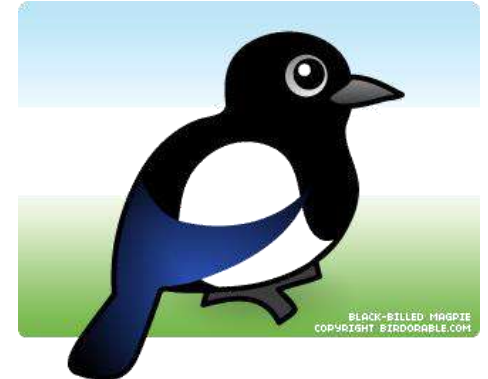
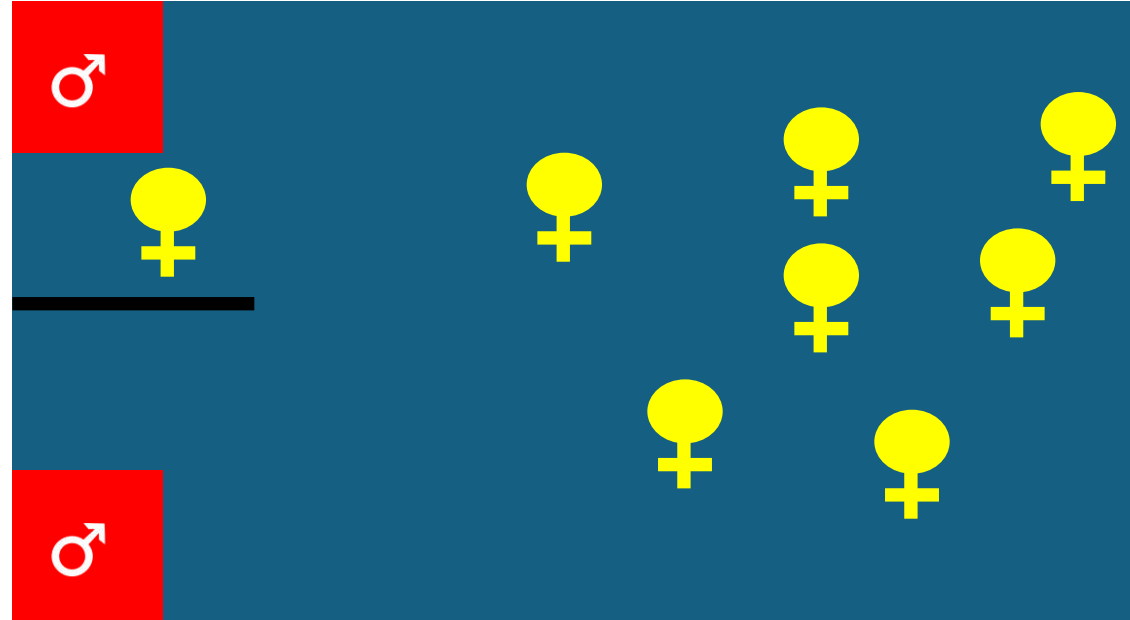
Tamaño de los huevos carbonero común



¿Cuántas réplicas tenemos en cada región?

Estímulos pseudorreplicados

Comportamiento sexual de la urraca



Pseudorreplicación temporal

Efecto de un tratamiento sobre un individuo

Estudios de comportamiento:

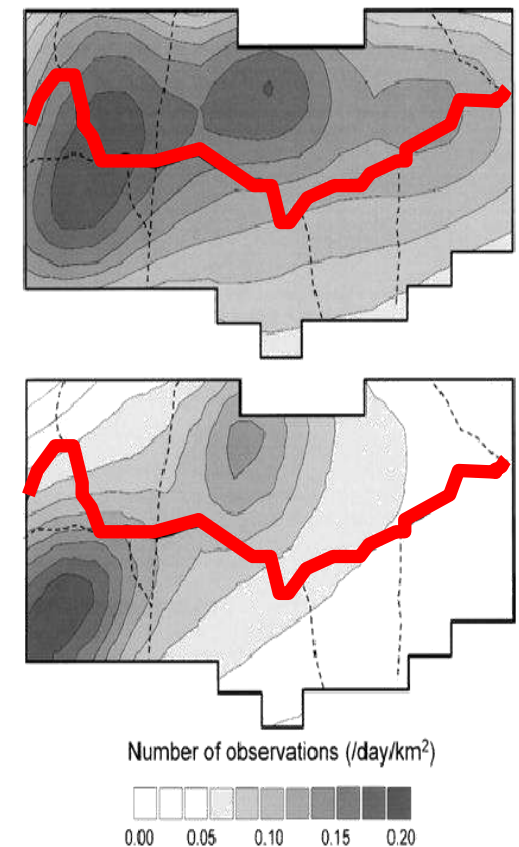
- Seguimientos focales de individuos en distintos periodos no son independientes
- Seguimientos de individuos en una manada: no son independientes
- Seguimiento a intervalos, t_1 condicionado t_0

Pseudorreplicación espacial (autocorrelación)

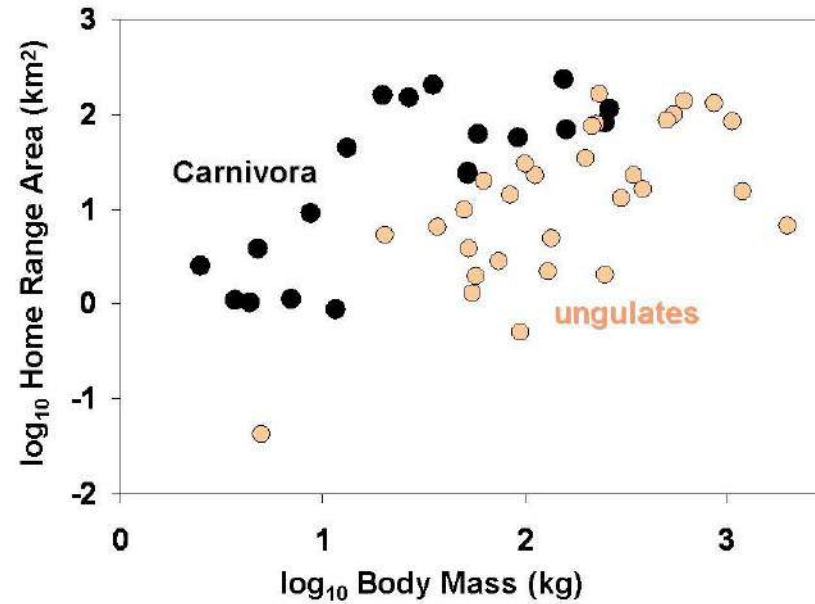
Conociendo el valor de una muestra podemos predecir el valor de otra muestra según su posición: no independiente

Factores ecológicos o históricos
(gradientes)

Poblaciones no son siempre identidades
discretas. Estudio de comunidades
(parásitos), genética

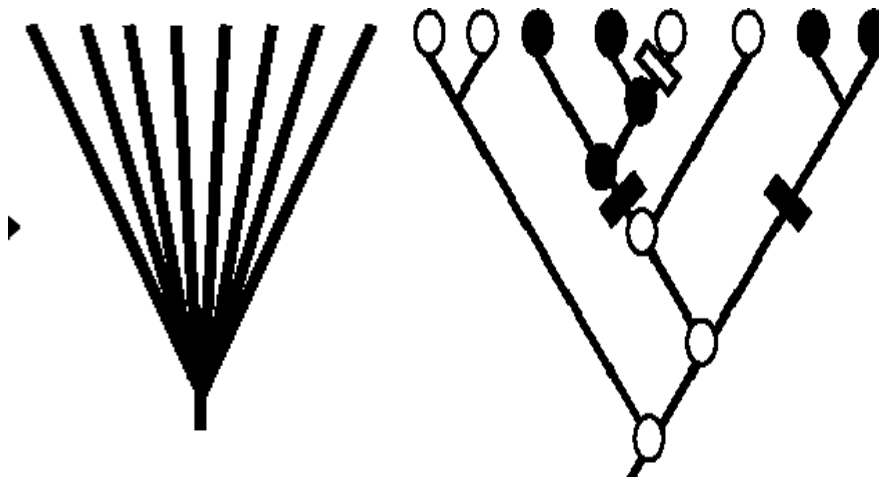


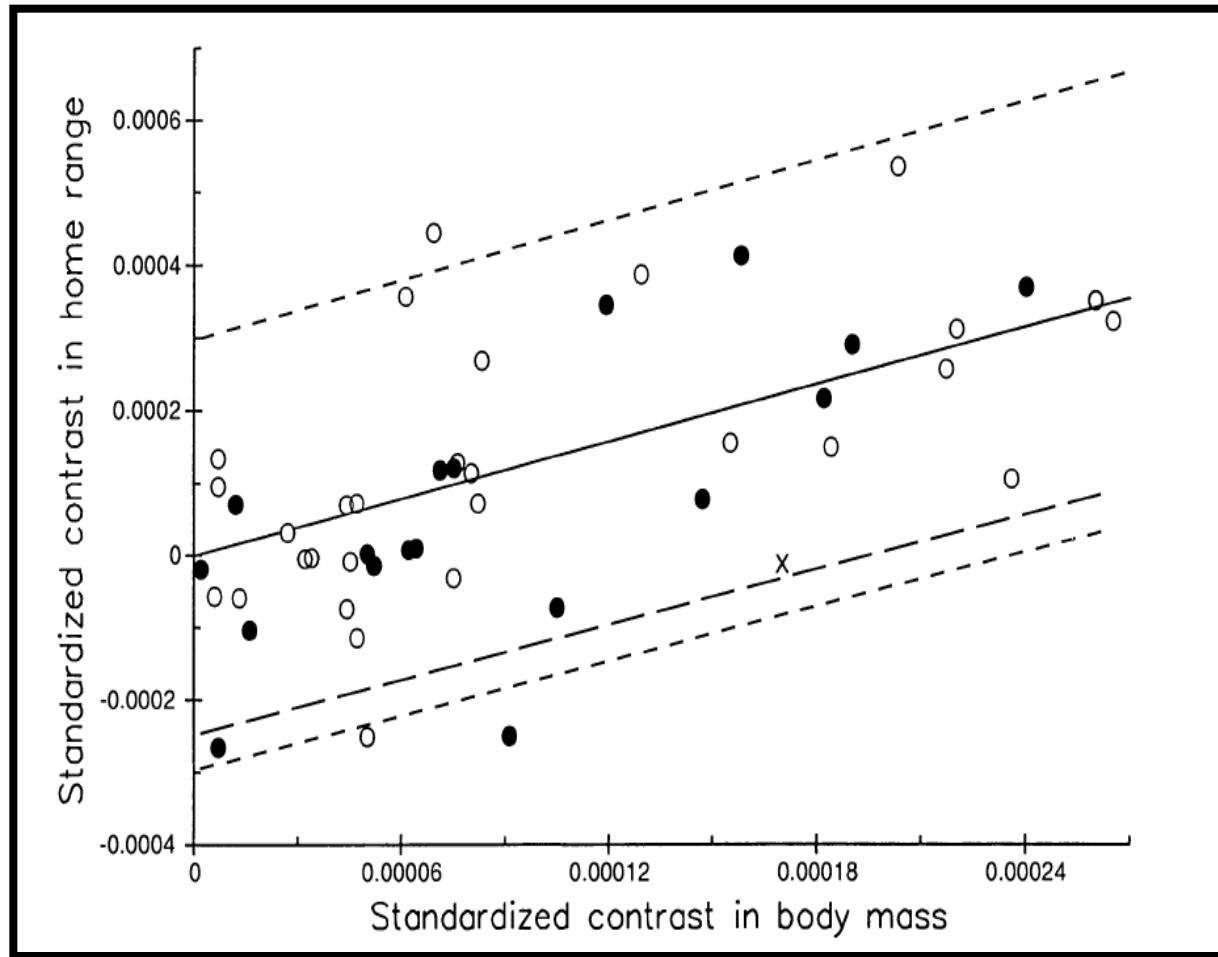
Pseudorreplicación filogenética (Método comparado)



Caracteres dependientes de la historia evolutiva y de la adaptación

Diferentes especies forman parte de una escala jerárquica de relaciones de parentesco, no son datos independientes





- 1. Diseño completamente aleatorizado**
- 2. Diseño de bloques al azar**
- 3. Diseño factorial**
- 4. Diseño de medidas repetidas**
- 5. Diseño cruzado (crossover)**
- 6. Diseño cuasi-experimental**
- 7. Diseño anidado**

1.-Diseño completamente aleatorizado

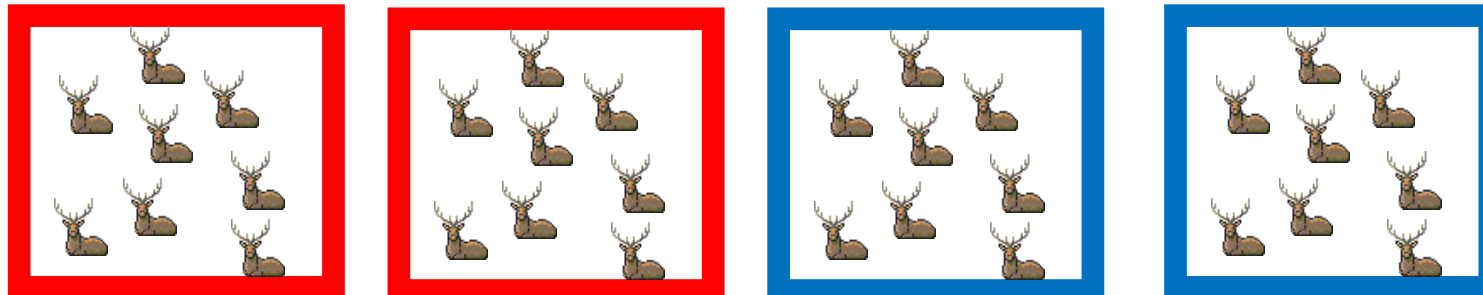
- Los sujetos o unidades experimentales se asignan al azar a los tratamientos.
- Cuando las unidades son homogéneas.
- Ventaja: Simplicidad y control del sesgo.

Ejemplo: Aplicar diferentes concentraciones de un antiparasitario a individuos (e.g. ciervos inoculados) seleccionados aleatoriamente.



2. Diseño de bloques al azar

- Las unidades se agrupan en bloques homogéneos y dentro de cada bloque se asignan tratamientos al azar.
- Cuando hay una fuente de variabilidad conocida (como temperatura o tipo de material).
- Ventaja: Reduce la variabilidad experimental.
- Ejemplo: Evaluar el efecto de un antiparasitario en ciervos agrupados en cotos (antiparasitario en aguas).

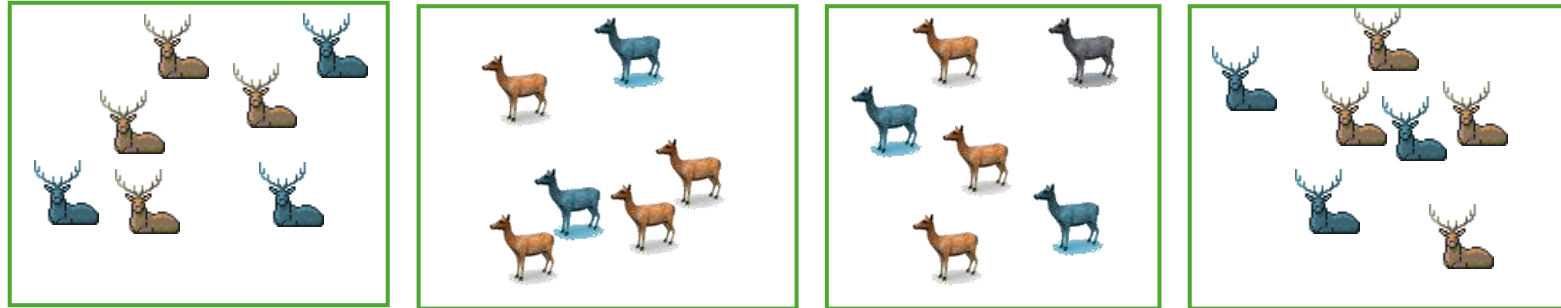


DISEÑOS POR BLOQUES ALEATORIZADOS

Incorporar heterogeneidad ambiental

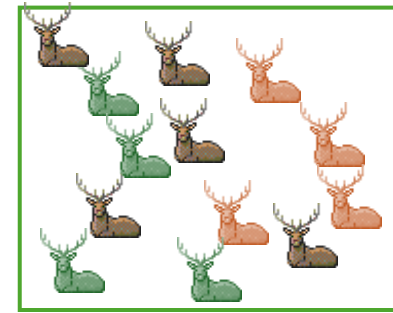
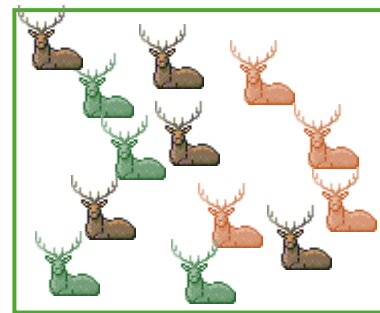
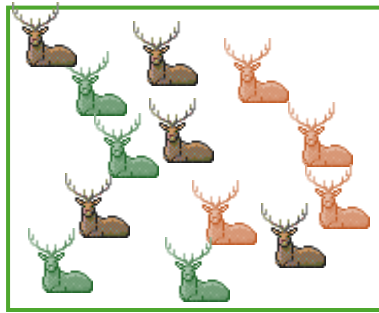
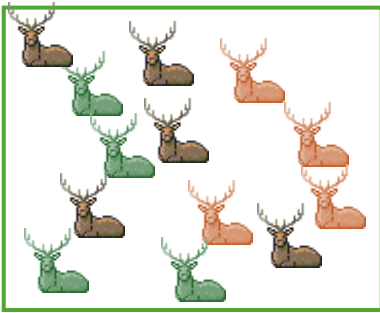
Más representativo

¿Tiene antiparasitarios efectos en la respuesta inmune de los ciervos y ciervas?



	Machos	Hembras
Vacuna	*****	*****
No vacunado	*****	*****

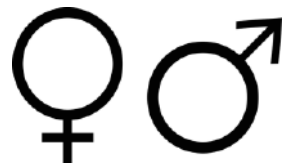
SPLIT-PLOT DESIGN



En cada coto, se dividen los ciervos en grupos y cada grupo recibe una de las vacunas. Se mide la condición física de los ciervos (peso, resistencia, etc.) después de la vacunación.

3. Diseño factorial

- Se estudian dos o más factores simultáneamente, cada uno con varios niveles.
- Para analizar interacciones entre factores.
- Eficiencia y análisis de interacciones.
- Ejemplo: Probar diferentes temperaturas y niveles de pH en una reacción química.



DISEÑO FACTORIAL ANOVA

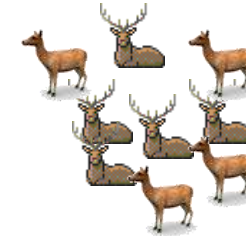
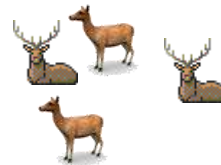
¿VARÍA LA CONDICIÓN FÍSICA EN FUNCIÓN DEL HÁBITAT Y GESTIÓN DE LOS COTOS?

Variable predictora: es categórica

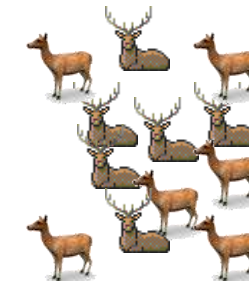
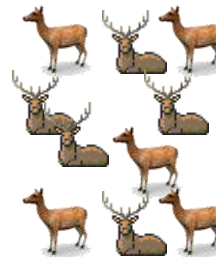
Variable respuesta: es continua

Unifactoriales

Multifactoriales

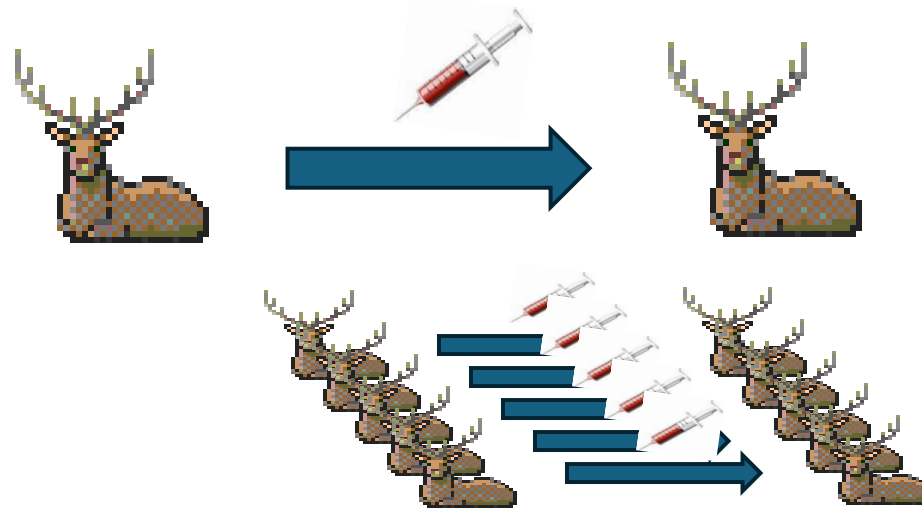


CROSSED DESIGN



4. Diseño de medidas repetidas

- Las mismas unidades experimentales reciben todos los tratamientos en diferentes momentos.
- Cuando se quiere controlar **la variabilidad entre sujetos**.
- Ventaja: Mayor precisión estadística.
- Ejemplo: Medir la respuesta de diferentes concentraciones de una sustancia sobre el tejido de un animal (e.g. hígado)
- Comportamiento de los mismos animales a cebos con diferentes olores




5. Diseño cruzado (crossover)

- Variante del diseño de medidas repetidas donde los tratamientos se aplican en diferentes secuencias.
- En estudios farmacológicos o fisiológicos.
- Ventaja: Control del efecto del orden de los tratamientos.
- Ejemplo: Administrar dos medicamentos en diferente orden a los mismos animales de laboratorio.

ANOVA de medidas repetidas

Múltiples observaciones de la misma réplica en diferentes momentos

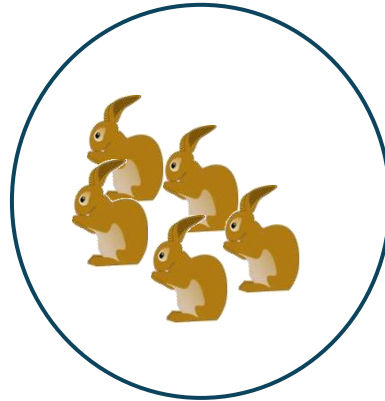
	Tiempo →			
	Dieta B	Dieta A	Dieta D	Dieta C
	Dieta D	Dieta C	Dieta A	Dieta B
	Dieta A	Dieta C	Dieta B	Dieta D
	Dieta B	Dieta D	Dieta C	Dieta A
	Dieta D	Dieta B	Dieta A	Dieta C

EFEECTO ARRASTRE
EFEECTO APRENDIZAJE

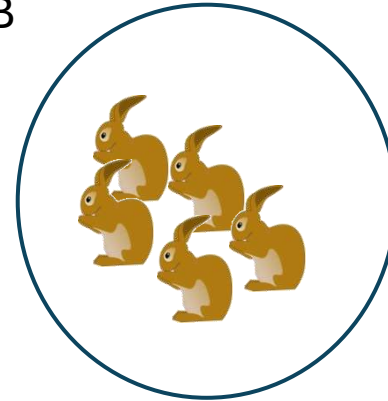
ANOVA de medidas repetidas

EFECTO DE LA DIETA EN EL ENGORDE

DIETA A



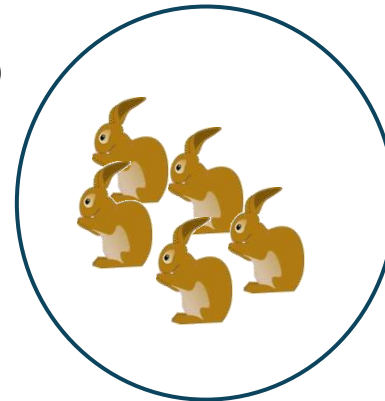
DIETA B



DIETA C

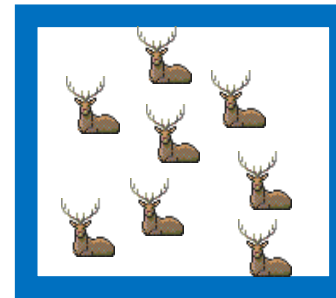
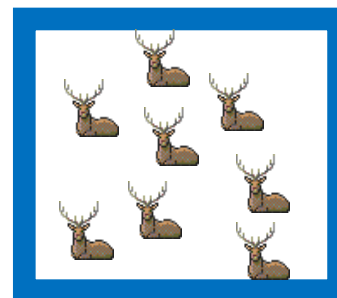
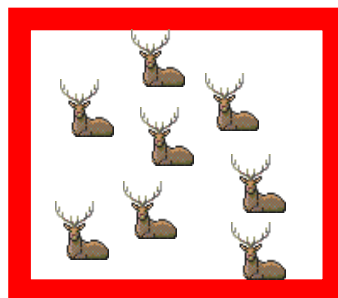
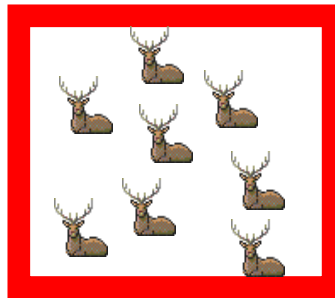


DIETA D

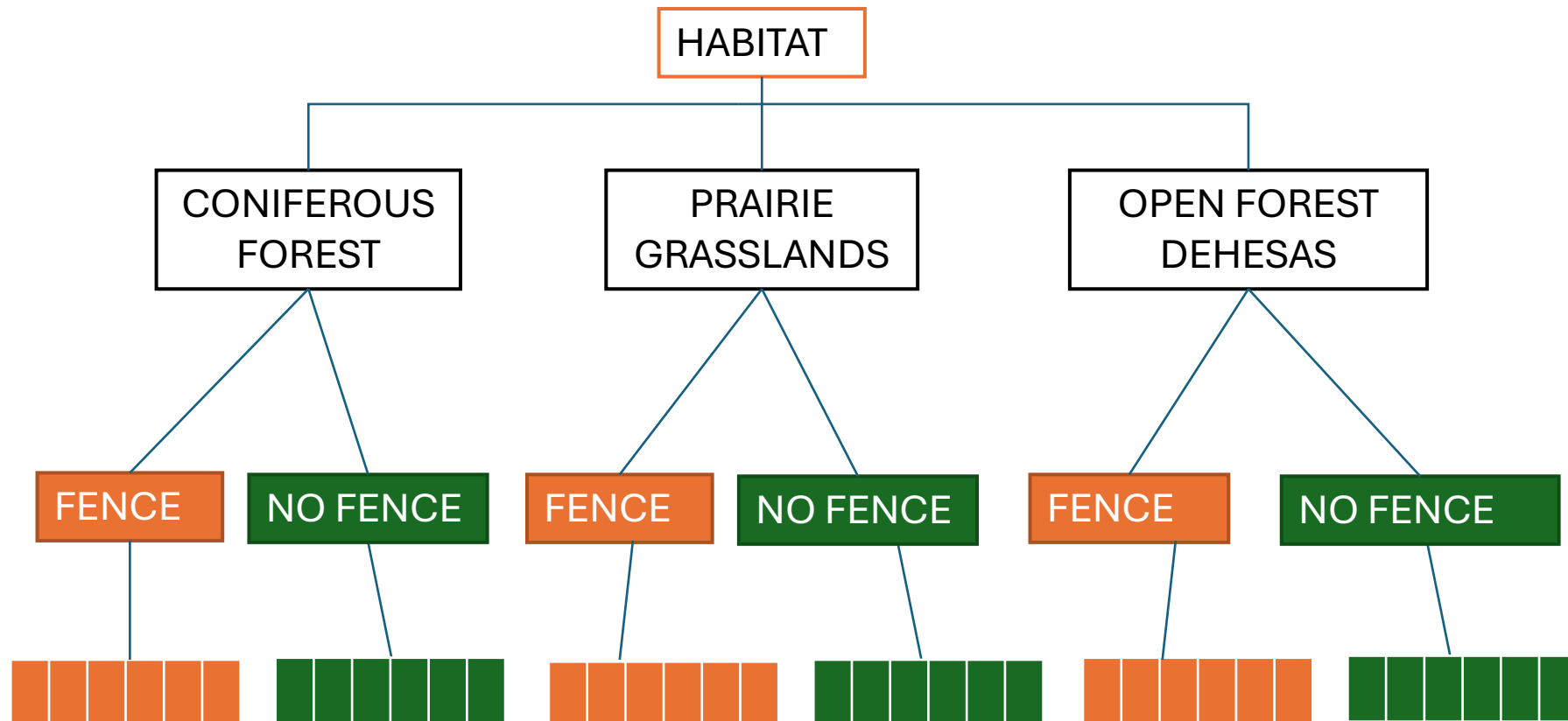


6. Diseño cuasi-experimental

- No hay asignación aleatoria, pero se aplican tratamientos y se mide el efecto.
- Cuando no es posible aleatorizar.
- Ventaja: Útil en condiciones reales o con restricciones éticas.
- Ejemplo: Evaluar el efecto de áreas quemadas y no quemadas sobre la condición física.



7. Diseños anidados

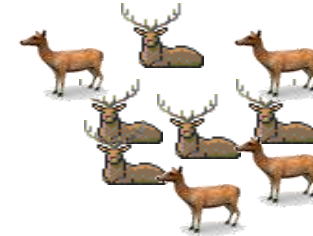
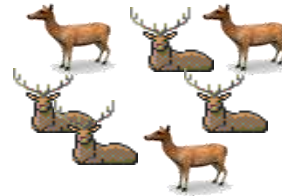
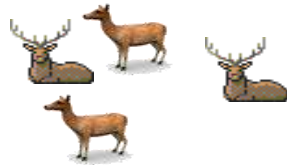


ANOVA ANIDADO JERARQUIZADO

¿Varía el tamaño de las pulgas dependiendo del hábitat y del hospedador?



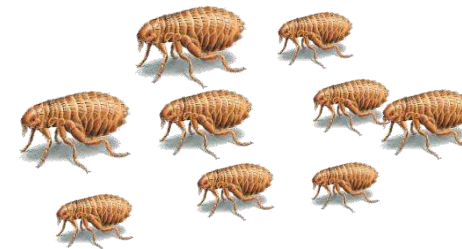
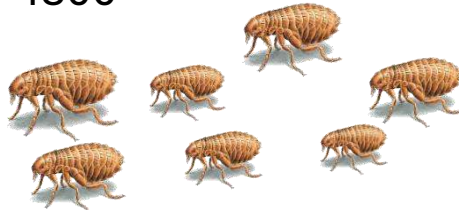
N=4 -> 12



N=20 -> 480



N=10 -> 4800



ANOVA ANIDADO JERARQUIZADO

